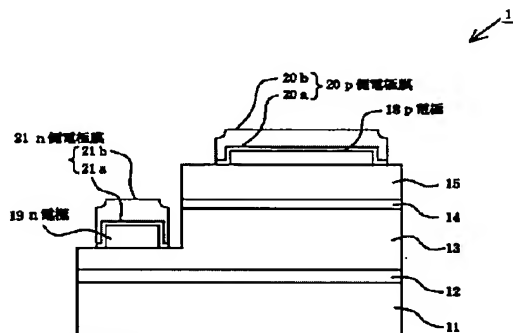


(43) Date of publication of application: **20.12.02**

(72) Inventor: **KAMIMURA TOSHIYA**
HORIUCHI SHIGEMI

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-368271

(P2002-368271A)

(43) 公開日 平成14年12月20日 (2002. 12. 20)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

サーチワード* (参考)

E 5 F 0 4 1

C

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-170908 (P2001-170908)

(22) 出願日 平成13年 6 月 6 日 (2001. 6. 6)

(71) 出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地

(72) 発明者 上村 俊也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地 豊田合成株式会社内

(72) 発明者 堀内 茂美

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地 豊田合成株式会社内

(74) 代理人 100095577

弁理士 小西 富雅 (外 1 名)

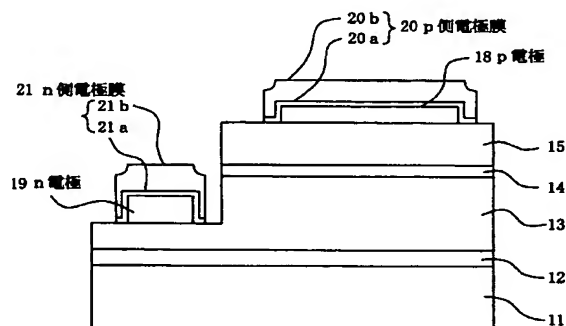
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 I I I 族窒化物系化合物半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 耐久性に優れ、かつ安定した素子機能を有する、フリップチップタイプの発光素子を提供する。

【解決手段】 フリップチップタイプの I I I 族窒化物系化合物半導体発光素子において、p 側電極表面及び n 側電極表面に T i 層を介して A u 層を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一面側に p 側電極及び n 側電極が形成される III 族窒化物系化合物半導体発光素子であって、p 側電極表面に Au を含む p 側電極膜が形成され、n 側電極表面に Au を含む n 側電極膜が形成されている、ことを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項 2】 前記 p 側電極膜は、Ti, Cr, W, Mo, Ta, Zr, 及び V からなる群より選択される金属又は該金属の合金からなる下地層と、該下地層の上に形成される Au 又は Au 合金からなる上層と、を含む複数の層により構成される、ことを特徴とする請求項 1 に記載の III 族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項 3】 前記下地層は Ti 又は Ti 合金からなる、ことを特徴とする請求項 2 に記載の III 族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項 4】 前記 n 側電極膜は、Ti, Cr, W, Mo, Ta, Zr, 及び V からなる群より選択される金属又は該金属の合金からなる下地層と、該下地層の上に形成される Au 又は Au 合金からなる上層と、を含む複数の層により構成される、ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の III 族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項 5】 前記下地層は Ti 又は Ti 合金からなる、ことを特徴とする請求項 4 に記載の III 族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項 6】 前記 p 側電極膜と前記 n 側電極膜は同一の層構成である、ことを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の III 族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項 7】 前記 p 側電極膜は前記 p 側電極の表面全体を覆って形成される、ことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の III 族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項 8】 前記 n 側電極膜は前記 n 側電極の表面全体を覆って形成される、ことを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の III 族窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項 9】 請求項 1～8 のいずれかに記載の III 族窒化物系化合物半導体発光素子と、該発光素子がマウントされる支持体と、を備える発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は III 族窒化物系化合物半導体発光素子に関する。詳しくは同一面側に p 側電極および n 側電極が形成される III 族窒化物系化合物半導体発光素子に関するものであり、好ましくはフリップチップタイプの発光装置に用いられる。

【0002】

【従来の技術】 III 族窒化物系化合物半導体からなる発光層を備える素子を、p 側電極及び n 側電極が形成され

る面側をマウント面として支持体にマウントした構成（フリップチップタイプ）の発光装置が知られている。このタイプの発光装置では、発光素子の発光層で発光した光が光透過性の基板を通して外部に放射される。発光素子の各電極は、導電性の接着部材を介して支持体の電極（n 層、p 層又は配線パターン）と電気的に接続される。導電性の接着部材には高い導電性が要求され、一般に、Au からなる接着部材（Au バンプ）が用いられる。また、発光素子の n 側電極には Al、V 等が用いられる。他方、p 側電極には、コンタクト抵抗が低く、かつ反射効率の高い Rh 等が用いられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 p 側電極として Rh を用いた場合には、Au バンプと Rh との接着性が低いため、予め p 側電極表面に Au からなる厚膜を形成し、p 側電極と Au バンプの接着性を高めることが行われる。これにより、発光素子と支持体との接合強度が高められる。しかしながら、n 側電極に着目すればその表面は電極材料の Al 等であり、n 側電極と Au バンプとの接合強度は十分といえない。そのため、保存特性又は耐久性の面から改善の余地があるものであった。また、n 側電極と支持体との間の接合不良が生じ、十分な素子機能が發揮されない惧れがあった。さらには、n 側電極表面に電極材料である Al 等が露出していることは、耐食性の観点からも好ましくない。また、電極を半田付けする場合にも一方が Al、他方が Au ではその半田付け性に問題があった。本発明は、以上の課題に鑑みなされたものであり、III 族窒化物系化合物半導体発光素子であって、保存特性ないしは耐久性に優れ、さらに安定した素子機能を有する発光素子を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達成すべく以下の構成からなる。即ち、同一面側に p 側電極及び n 側電極が形成される III 族窒化物系化合物半導体発光素子であって、p 側電極表面に Au を含む p 側電極膜が形成され、n 側電極表面に Au を含む n 側電極膜が形成されている、ことを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体発光素子である。

【0005】 上記の構成では、発光素子を支持体にマウントするために用いられる接着材（Au バンプ）の材料（Au）を含む膜が p 側電極表面及び n 側電極表面に形成され、両電極表面と当該接着材との接着性が高まる。その結果、発光素子を支持体にマウントした場合に、発光素子と支持体との接合強度が向上する。これにより、素子機能の安定化が図られ、また、保存特性ないしは耐久性が向上する。また、両電極表面に Au を含む膜が形成されるため、両電極表面の耐食性が向上する。かかる点においても、保存安定性ないしは耐久性が高い III 族窒化物系化合物半導体発光素子が提供されるといえる。以上のように、上記本発明の構成によれば、保存特性な

いは耐久性に優れ、さらに安定した素子機能を有する発光素子が提供される。尚、上記の構成では両電極表面に同様な構成の膜が形成されるため、両電極表面の色調を合わせることができる。したがって、発光素子の両電極が形成される面の外観認識性が向上し、当該面側をマウント面として支持体をマウントする際のマウント精度の向上、マウント工程の効率化等が図られるといった効果も奏される。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明のIII族窒化物系化合物半導体発光素子は、フリップチップタイプの発光素子であって、同一面側にp側電極及びn側電極が形成される。フリップチップタイプの発光素子とは、フリップチップタイプの発光装置に用いられる発光素子を意味し、即ち、p側電極及びn側電極が形成される面側をマウント面として基板等の支持体にマウントされて使用される発光素子である。発光した光は基板側、即ち電極形成面側と反対側より放射される。

【0007】III族窒化物系化合物半導体発光素子とは、III族窒化物系化合物半導体からなる発光層を有する発光素子をいう。ここで、III族窒化物系化合物半導体とは、一般式として $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) の四元系で表され、 AlN 、 GaN 及び InN のいわゆる2元系、 $Al_xGa_{1-x}N$ 、 $Al_xIn_{1-x}N$ 及び $Ga_xIn_{1-x}N$ (以上において $0 < x < 1$) のいわゆる3元系を包含する。III族元素の少なくとも一部をボロン(B)、タリウム(Tl)等で置換しても良く、また、窒素(N)の少なくとも一部もリン(P)、ヒ素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)等で置換できる。III族窒化物系化合物半導体層は任意のドーパントを含むものであっても良い。n型不純物として、Si、Ge、Se、Te、C等を用いることができる。p型不純物として、Mg、Zn、Be、Ca、Sr、Ba等を用いることができる。III族窒化物系化合物半導体層は、周知の有機金属気相成長法(MOCVD法)、分子線結晶成長法(MBE法)、ハライド系気相成長法(HVPE法)、スパッタ法、イオンプレATING法、電子シャワー法等によって形成することができる。なお、p型不純物をドーパした後にIII族窒化物系化合物半導体を電子線照射、プラズマ照射若しくは炉による加熱にさらすことも可能であるが必須ではない。以下、本発明の各要素についてより詳細に説明する。

【0008】(p側電極) p側電極材料としては、Rh、Au、Pt、Ag、Cu、Al、Ni、Co、Mg、Pd、V、Mn、Bi、Sn、Reなどの金属またはこれらの合金を用いることができる。中でもRh、Ptは、III族窒化物系化合物半導体発光素子の発光波長に対して高い反射効率を有するため、好適なp側電極材料として用いることができる。p側電極を、異なる組成

の層が積層された二層又は多層構造とすることもできる。

【0009】(p側電極膜) p側電極表面には、Au(金)を含むp側電極膜が形成される。p側電極膜は、発光素子を支持体にマウントする際に用いられるAuからなる接着部材(以下、「Auバンプ」という)とp側電極との接着性を高め、その結果、発光素子と支持体との接合強度が高まる。p側電極膜は、p側電極表面の少なくとも一部を覆って形成されておればよい。好ましくは、p側電極の表面全体を覆ってp側電極膜が形成される。これにより、p側電極表面の全体がAuを含む膜により被覆されることとなり、p側電極表面の耐食性が向上する。また、Auバンプとの接着性の向上も期待できる。p側電極膜を複数の層が積層した構成とすることが好ましい。例えば、Ti、Cr、W、Mo、Ta、Zr、及びVからなる群より選択される金属又は該金属の合金からなる下地層と、その上に形成されるAu又はAu合金からなる上層との二層からなるp側電極膜を採用することが好ましい。ここでの下地層は、p側電極表面と上層(Au又はAu合金からなる層)の接着性を高めるために用いられる。蒸着等により容易に形成できるため、下地層の材料としてTi、Cr、又はVを採用することが特に好ましい。また、上層の材料をAuバンプの材料と同一にすることが好ましい。両者の接着性を高めるためである。下地層と上層の間、又は上層の上に他の層を形成することもできる。

【0010】下地層の膜厚は、上層の膜厚よりも小さいことが好ましい。換言すれば、p側電極の表面に薄い下地層を形成し、その上に厚膜の上層を形成することが好ましい。下地層を薄く形成することにより、下地層による電気抵抗の上昇が抑えられる。また、上層を厚く形成することにより、p側電極膜とAuバンプとの接着性がよくなる。下地層の膜厚としては、例えば、1nm~100nmの範囲であり、好ましくは、5nm~50nmの範囲である。上層の膜厚としては、例えば、0.1μm~50μmの範囲であり、好ましくは、0.3μm~3μmの範囲である。

【0011】(n側電極) n側電極材料としては、Al、V、Sn、Ti、Cr、Nb、Ta、Mo、W、Hfなどの金属またはこれらの合金を用いることができる。n側電極を、異なる組成の層が積層された二層又は多層構造とすることもできる。例えば、VとAlの2層構造とすることができ

【0012】(n側電極膜) p側電極表面と同様に、n側電極表面にもAu(金)を含むn側電極膜が形成される。n側電極膜を形成することにより、発光素子をAuバンプにより支持体にマウントする際のn側電極とAuバンプとの接着性(密着性)が高まり、その結果、発光素子と支持体との接合強度が上昇する。n側電極膜は、n側電極表面の少なくとも一部を覆って形成されておれば

よい。好ましくは、n側電極の表面全体を覆ってn側電極膜が形成される。これにより、n側電極表面の全体がAuを含む膜により被覆されることとなり、n側電極の耐食性が向上する。また、Auバンプとの接着性の向上も期待できる。

【0013】n側電極膜を複数の層が積層した構成とすることが好ましい。例えば、Ti、Cr、W、Mo、Ta、Zr、及びVからなる群より選択される金属又は該金属の合金からなる下地層と、その上に形成されるAu又はAu合金からなる上層との二層からなるn側電極膜を採用することが好ましい。ここでの下地層は、n側電極表面と上層（Au又はAu合金からなる層）の接着性を高めるために用いられる。蒸着等により容易に形成できるため、下地層の材料としてTi、Cr、又はVを採用することが特に好ましい。また、上層の材料をAuバンプの材料と同一にすることが好ましい。両者の接着性を高めるためである。下地層と上層の間、又は上層の上に他の層を形成することもできる

【0014】下地層の膜厚は、上層の膜厚よりも小さいことが好ましい。換言すれば、n側電極の表面に薄い下地層を形成し、その上に厚膜の上層を形成することが好ましい。下地層を薄く形成することにより、下地層による電気抵抗の上昇が抑えられる。また、上層を厚く形成することにより、n側電極膜とAuバンプとの接着性がよくなる。下地層の膜厚としては、例えば、1nm～100nmの範囲であり、好ましくは、5nm～50nmの範囲である。上層の膜厚としては、例えば、0.1μm～50μmの範囲であり、好ましくは、0.3μm～3μmの範囲である。

【0015】n側電極膜の構成をp側電極膜の構成と同一とすることが好ましい。このような態様では、n側電極膜とp側電極膜とを同時に形成させることができ、製造工程を簡略化できるからである。例えば、n側電極膜及びp側電極膜を、それぞれTiからなる下地層の上にAuからなる上層が積層された構成とする。

【0016】本発明のIII族窒化物系化合物半導体素子発光素子は、例えば、次のように製造することができる。まず、III族窒化物系化合物半導体層を成長可能な基板を用意し、その上に少なくともn型III族窒化物系化合物半導体層、III族窒化物系化合物半導体からなる発光層、及びp型III族窒化物系化合物半導体層がこの順に並ぶように複数の半導体層を積層する。基板には、サファイア、スピネル、シリコン、炭化シリコン、酸化亜鉛、リン化ガリウム、ヒ化ガリウム、酸化マグネシウム、酸化マンガン、III族窒化物系化合物半導体単結晶等を用いることができる。サファイア基板を用いる場合にはそのa面を利用することが好ましい。

【0017】次に、エッチング処理を施しn型半導体層の一部を表出させる。続いて、p側電極及びn側電極を、p型III族窒化物系化合物半導体層上及びn型III族

窒化物系化合物半導体層上にそれぞれ形成する。p側電極及びn側電極の形成は、蒸着、スパッタリング等の公知の方法により行うことができる。次に、試料の表面を清浄化する。清浄化の方法として加熱、紫外線照射などが挙げられる。試料表面、特にn電極の表面を清浄化することにより、n側電極とn側電極膜との間に十分な接合力を確保できる。続いて、p側電極表面にp側電極膜を形成する。同様にn側電極表面にn側電極膜を形成する。p側電極膜及びn側電極膜の形成は、それぞれ、蒸着、スパッタリング等の公知の方法により行うことができる。p側電極膜とn側電極を同一の構成とする場合には、p側電極膜とn側電極膜とを同時に形成することができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例を用いて、本発明の構成をより詳細に説明する。図1は一の実施例である発光素子1の構成を模式的に示した図である。発光素子1の各層のスペックは次の通りである。

層	組成
p型層15	p-GaN:Mg
発光層を含む層14	InGaN層を含む
n型層13	n-GaN:Si
バッファ層12	AlN
基板11	サファイア

【0019】基板11の上にはバッファ層12を介してn型不純物としてSiをドーブしたGaNからなるn型層13を形成した。ここで、基板11にはサファイアを用いたが、これに限定されることはなく、サファイア、スピネル、シリコン、炭化シリコン、酸化亜鉛、リン化ガリウム、ヒ化ガリウム、酸化マグネシウム、酸化マンガン、III族窒化物系化合物半導体単結晶等を用いることができる。さらにバッファ層はAlNを用いてMOCVD法で形成されるがこれに限定されることはなく、材料としてはGaN、InN、AlGaN、InGaN及びAlInGaN等を用いることができ、製法としては分子線結晶成長法（MBE法）、ハライド系気相成長法（HVPE法）、スパッタ法、イオンプレーティング法、電子シャワー法等を用いることができる。III族窒化物系化合物半導体を基板として用いた場合は、当該バッファ層を省略することができる。さらに基板とバッファ層は半導体素子形成後に、必要に応じて、除去することもできる。

【0020】ここでn型層はGaNで形成したが、AlGaN、InGaN若しくはAlInGaNを用いることができる。また、n型層はn型不純物としてSiをドーブしたが、このほかにn型不純物として、Ge、Se、Te、C等を用いることもできる。n型層13は発光する層を含む層14側の低電子濃度n層とバッファ層12側の高電子濃度n層とからなる2層構造とすることができる。発光する層を含む層14は量子井戸構造の発

光層を含んでいてもよく、また発光素子の構造としてはシングルヘテロ型、ダブルヘテロ型及びホモ接合型のものなどでもよい。

【0021】発光する層を含む層14はp型層15の側にマグネシウム等のアクセプタをドーブしたバンドギャップの広いIII族窒化物系化合物半導体層を含むこともできる。これは発光する層を含む層14中に注入された電子がp型層15に拡散するのを効果的に防止するためである。発光する層を含む層14の上にp型不純物としてMgをドーブしたGaNからなるp型層15を形成した。このp型層はAlGaN、InGaN又はInAlGaNとすることもできる、また、p型不純物としてはZn、Be、Ca、Sr、Baを用いることもできる。さらに、p型層15を発光する層を含む層14側の低ホール濃度p-層と電極側の高ホール濃度p+層とからなる2層構造とすることができる。上記構成の発光ダイオードにおいて、各III族窒化物系化合物半導体層は一般的な条件でMOCVDを実行して形成するか、分子線結晶成長法(MBE法)、ハライド系気相成長法(HVPE法)、スパッタ法、イオンプレーティング法、電子シヤワー法等の方法で形成することもできる。

【0022】p型層15を形成した後、p型層15、発光する層を含む層14、n型層13のそれぞれ一部をエッチングにより除去し、n型層13の一部を表出させる。続いて、p型層15上に、Rhからなるp電極18を蒸着により形成する。n電極19はAlとVの2層で構成され、蒸着によりn型層13上に形成される。その後、周知の手段によりアロイ化する。

【0023】p側電極膜20及びn側電極膜21は、ともにTiからなる下地層20a、21aの上にAuからなる上層20b、21bが積層された構成からなり、リフトオフ法により形成される。本実施例では、下地層20a、21aの膜厚を10nm、上層20b、21bの膜厚を1μmとした。以上の工程の後、スクライバ等を用いてチップの分離工程を行う。

【0024】次に、発光素子1を用いて発光装置を構成した例を説明する。図2に示されるのは、発光素子1を用いたフリップチップタイプのLED2である。LED2は、発光素子1、リードフレーム30及び31、サブマウント用基板50、並びに封止樹脂35から概略構成される。以下、リードフレーム30のカップ状部33部分を拡大した図(図3)を参照しながら、発光素子1の載置態様を説明する。発光素子1は、サブマウント用基板50を介してリードフレーム30のカップ状部33にマウントされる。基板50はp型領域51及びn型領域52を有し、その表面には、Auバンパ40が形成される部分を除いてSiO₂からなる絶縁膜60が形成されている。図に示されるように、電極側を下にして発光素子1を基板50にサブマウントすることにより、p側電極膜20はAuバンパを介して基板50のp型領域51

に接続され、同様に、n側電極膜21はAuバンパを介して基板50のn側領域52に接続される。これにより、発光素子1のp電極18及びn電極19が、基板50のp型領域51及びn型領域52とそれぞれ電氣的に接続され、また、発光素子1が基板50に固定される。基板50は、発光素子1がマウントされる面と反対の面を接着面として、銀ペースト61によりリードフレーム30のカップ状部33に接着、固定される。

【0025】図4に、発光素子1を用いて構成される他のタイプの発光装置(LED3)を示す。LED3は、SMD(Surface Mount device)タイプのLEDである。尚、上記のLED2と同一の部材には同一の符号を付してある。LED3は、発光素子1、基板70、及び反射部材80を備えて構成される。発光素子1は、上記LED2における場合と同様に、電極側をマウント面として基板70にマウントされる。基板70の表面には配線パターン71が形成されており、かかる配線パターンと発光素子1のp側電極膜20及びn側電極膜21がAuバンパ40を介して接着されることにより、発光素子1の両電極は配線パターンと電氣的に接続される。基板70上には発光素子1を取り囲むように反射部材80が配置される。反射部材80は白色系の樹脂からなり、その表面で発光素子1から放射された光を高効率で反射することができる。

【0026】この発明は、上記発明の実施の形態の説明に何ら限定されるものではない。特許請求の範囲の記載を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

【0027】以下、次の事項を開示する。

11. 前記p側電極は、Rh、Au、Pt、Ag、Cu、Al、Ni、Co、Mg、Pd、V、Mn、Bi、Sn、及びReからなる群より選択される一又は二以上の金属又は該金属の合金からなることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の発光素子。

12. 前記n側電極は、Al、V、Sn、Ti、Cr、Nb、Ta、Mo、W、及びHfからなる群より選択される一又は二以上の金属又は該金属の合金からなることを特徴とする請求項1～9、及び11のいずれかに記載の発光素子。

21. 同一面側にp側電極及びn側電極が形成されるフリップチップタイプのIII族窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法であって、前記p側電極上に、Auを含むp側電極膜を形成する工程、及び前記n側電極上に、Auを含むn側電極膜を形成する工程、を含む、ことを特徴とする製造方法。

22. 前記n側電極膜を形成する前に、前記n側電極表面を清浄化する工程が含まれる、ことを特徴とする21に記載の製造方法。

23. 前記p側電極膜を形成する工程は、前記p側電極上にTi、Cr、W、Mo、Ta、Zr、及びVからな

る群より選択される金属又は該金属の合金からなる下地層を形成する工程と、Au又はAu合金からなる上層を形成する工程とからなる、ことを特徴とする21又は22に記載の製造方法。

24. 前記n側電極膜を形成する工程は、前記n側電極上にTi、Cr、W、Mo、Ta、Zr、及びVからなる群より選択される金属又は該金属の合金からなる下地層を形成する工程と、Au又はAu合金からなる上層を形成する工程とからなる、ことを特徴とする21～23のいずれかに記載の製造方法。

25. 前記p側電極膜を形成する工程における上層を形成する工程と、前記n側電極膜を形成する工程における上層を形成する工程は同時に行われる、ことを特徴とする21～24のいずれかに記載の製造方法。

26. 前記p側電極膜は前記p側電極の表面全体を覆って形成される、ことを特徴とする21～25のいずれかに記載の製造方法。

27. 前記n側電極膜は前記n側電極の表面全体を覆って形成される、ことを特徴とする21～26のいずれか

に記載の製造方法。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である発光素子1を示す図である。

【図2】発光素子1を用いて構成されるLED2を示す図である。

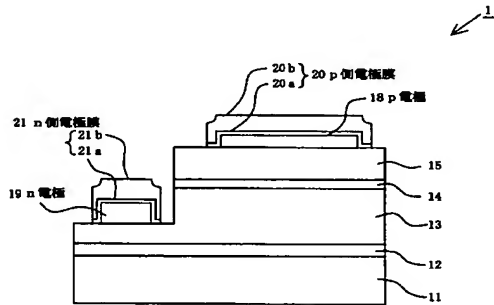
【図3】LED2におけるカップ状部33部分の拡大図である。

10 【図4】発光素子1を用いて構成されるSMDタイプのLED3を示す図である。

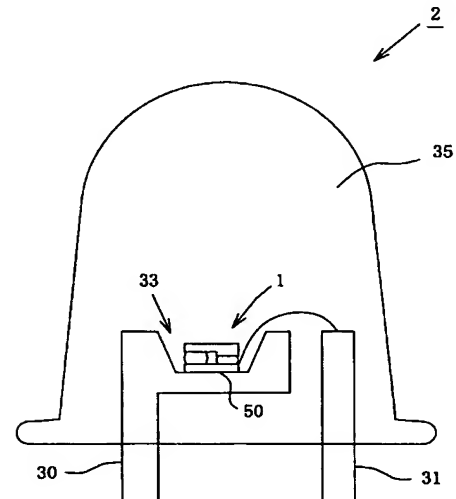
【符号の説明】

1 発光素子、2 砲弾型LED、3 SMDタイプLED、11 基板、12 バッファ層、13 n型層、14 発光する層を含む層、15 p型層、18 p電極、19 n電極、20 p側電極膜、21 n側電極膜、40 Auバンプ、50 サブマウント用基板、51 p型領域、52 n型領域、60 絶縁膜、70 基板、71 配線パターン、80 反射部材

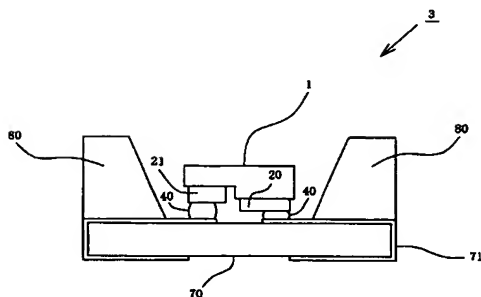
【図1】



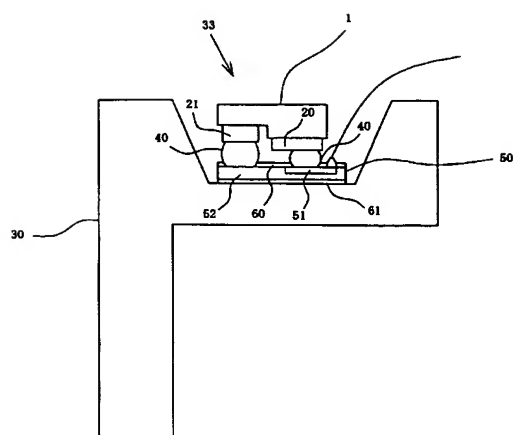
【図2】



【図4】



【図 3】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F041 CA04 CA34 CA40 CA46 CA47
CA65 CA82 CA83 CA84 CA85
CA92 DA09 DA18